



AUSLEGESCHRIFT 1 159 409

T 19143 IVa/12k

ANMELDETAG: 17. OKTOBER 1960

BEKANNTMACHUNG

DER ANMELDUNG

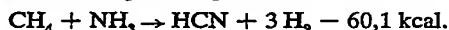
UND AUSGABE DER

AUSLEGESCHRIFT: 19. DEZEMBER 1963

1

Die bekannten katalytischen Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoff durch Umsetzung von Ammoniak mit Kohlenwasserstoffen leiden unter dem Nachteil, daß die Reaktionsteilnehmer in besonders reinem Zustande zugeführt werden müssen, weil der Katalysator — gewöhnlich Platin — sonst sehr schnell vergiftet wird. Hierdurch werden die Verfahren kostspielig.

Die ohne Katalysator arbeitenden bekannten Verfahren zur Synthese von Cyanwasserstoff weisen ebenfalls viele Nachteile und Schwierigkeiten auf. Die Umsetzung zwischen Ammoniak und einem Kohlenwasserstoff ist endotherm, so daß hierfür verhältnismäßig große Wärmemengen erforderlich sind. Bei der Herstellung von Cyanwasserstoffsäure aus Methan und Ammoniak z. B. werden mehr als 60 kcal je gMol Cyanwasserstoffsäure benötigt, was aus der folgenden Gleichung hervorgeht:



Ferner sind die zum Ablauf dieser Umsetzung erforderlichen Temperaturen sehr hoch. Bei der oben angegebenen Umsetzung ist der Logarithmus der Gleichgewichtskonstante

$$K_p = (\text{P}_{\text{HCN}}) \cdot (\text{P}_{\text{H}_2})^3 / (\text{P}_{\text{CH}_4}) \cdot (\text{P}_{\text{NH}_3})$$

nur dann positiv, wenn die Temperatur 1050° C überschreitet. Damit die Umsetzung zufriedenstellend abläuft, soll die Umsetzungstemperatur auf oberhalb von 1100° C gehalten werden, wobei große Wärmemengen von außen zugeführt werden müssen.

In der britischen Patentschrift 442 737 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem die zur Umsetzung von Ammoniak mit einem Kohlenwasserstoff erforderliche Wärme teilweise durch Vorerhitzen des gasförmigen Umsetzungsgemisches zugeführt und der Kohlenwasserstoff im Überschuß verwendet wird. Durch die Verbrennung des Kohlenwasserstoffs wird ein Teil der Wärme geliefert, die zur Umsetzung des Ammoniaks mit dem Kohlenwasserstoff unter Bildung von Cyanwasserstoff erforderlich ist. Obwohl dieses Verfahren zum Zuführen der zur Umsetzung erforderlichen Wärme theoretisch sehr vorteilhaft ist, ist in dieser Patentschrift nicht offenbart, wie das Verfahren sicher und praktisch eingeleitet und mit dem überschüssigen Kohlenwasserstoff ununterbrochen fortgeführt werden kann. Zum Einleiten der Umsetzung wird dort vorgeschlagen, die als Umsetzungsteilnehmer verwendeten Gase auf eine Temperatur oberhalb ihrer Entzündungstemperatur vorzuerhitzen und dann in eine Verbrennungskammer zu leiten. Dieses Verfahren bringt jedoch Explosionsgefahr und

Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoffsäure

Anmelder:

Toyo Koatsu Industries Inc., Tokio

Vertreter:

E. Maemecke und Dr. W. Kühl, Patentanwälte, Hamburg 36, Esplanade 36 a

Seiichi Fujise, Kamakura City, Kanagawa, Nobuya Nagai, Fujisawa City, Kanagawa, und Masaro Mitsunaga, Mobara City, Chiba (Japan), sind als Erfinder genannt worden

2

andere Nachteile beim Aufrechterhalten und Regeln der Verbrennung mit sich. Bei dem Verfahren muß auch Wärme von außen her zum Einleiten und/oder Aufrechterhalten der Verbrennung und Umsetzung zugeführt werden.

In der USA.-Patentschrift 2 596 421 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem 2 Mol Methan mit 2 Mol Ammoniak und 3 Mol Sauerstoff in einer Verbrennungszone umgesetzt werden, die die Form einer dünnen scheibenförmigen Flamme hat, die gegebenenfalls von einer getrennt erzeugten Hilfsflamme umgeben sein kann. Bei dieser Umsetzung entsteht außer Cyanwasserstoff eine sehr erhebliche Menge an Wasser. Der zugeführte Sauerstoff wird also ausschließlich zur Bildung des als Produkt wertlosen Wassers verbraucht, ebenso wie bei der bekannten Umsetzung an Platinkatalysatoren. Die Verweilzeit der umzusetzenden Gase in der Flamme trägt dabei nur $1 \cdot 10^{-4}$ Sekunden. Weitere Nachteile dieses bekannten Verfahrens sind die Notwendigkeit, die dünne scheibenförmige Flamme, in der die Umsetzung erfolgt, durch eine Hilfsflamme zu stabilisieren, und die Verwendung eines Doppelrohrreaktors aus Metall für die Hochtemperaturverbrennung, bei dem der Abstand zwischen dem Außen- und dem Innenrohr genaue Abmessungen aufweisen muß.

In der USA.-Patentschrift 2 718 457 wird ein Verfahren beschrieben, bei dem die als Umsetzungsteilnehmer verwendeten Gase vor der Verbrennung in

Wärmeaustausch mit verbrannten Gasen gebracht werden. Auch bei diesem Verfahren besitzen die nach dem Abtrennen der Cyanwasserstoffsäure und des Ammoniaks erhaltenen Nebenprodukte keinen praktischen Wert.

Die oben beschriebenen bekannten Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoffsäure lassen daher viel zu wünschen übrig. Die Verwendung einer Hilfsflamme oder einer anderen, die Verbrennung unterhaltenden Anordnung erfordert die Verwendung einer komplizierten Einrichtung und eine genaue Verfahrensregelung. Wenn die als Umsetzungsteilnehmer dienenden Gase vorerhitzt werden, wird die Vorrichtung durch die erforderliche Verwendung teurer Baumaterialien noch weiter kompliziert, da die heißen Umsetzungsgase stark korrodierend wirken. Eine weitere, beim Vorerhitzen der umzusetzenden Gase auftretende Schwierigkeit besteht darin, daß Ammoniak bei hoher Temperatur und besonders in Gegenwart von Metallen zur Zersetzung neigt.

Erfindungsgemäß wird ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoffsäure vorgeschlagen, welches in einer einfachen und robusten Vorrichtung durchgeführt werden kann und als wertvolles Nebenprodukt ein aus Kohlenmonoxyd und Wasserstoff bestehendes Synthesegas liefert.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoffsäure durch Verbrennung von Ammoniak, Sauerstoff und Kohlenwasserstoff besteht darin, daß man das Gasgemisch, in dem ein Molverhältnis, bezogen auf die Anzahl der C-Atome im Kohlenwasserstoff, von Kohlenwasserstoff zu Ammoniak zwischen 1,5:1 und 2,5:1 und von O_2 zu Kohlenwasserstoff zwischen 0,5:1 und 1:1 herrscht, mit einer hohen linearen Geschwindigkeit von 40 bis 80 m/Sek. in eine Verbrennungszone einführt, die lineare Geschwindigkeit in der Verbrennungszone auf 1 bis 3 m/Sek. verringert, so daß eine beständige Flamme in Form turbulenter Ströme stabilisiert und eine durchschnittliche Verweilzeit der Gase in der Verbrennungszone von 0,1 bis 1,0 Sekunden aufrechterhalten wird, und die umgesetzten Gase unmittelbar nach dem Austritt aus der Verbrennungszone abkühlt.

Zweckmäßig werden dabei die Umsetzungsgase durch eine mit Wasser gekühlte Metalldüse in die Verbrennungszone eingeleitet, und vorzugsweise verwendet man zu diesem Zweck mehrere Düsen mit einem Innendurchmesser zwischen 1 und 2 cm.

Eine zweckmäßige Länge der Verbrennungszone liegt zwischen 0,3 und 0,4 m.

Als Kohlenwasserstoff wird vorzugsweise ein gesättigter oder ungesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoff mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen im Molekül verwendet.

Der Ausdruck »lineare Geschwindigkeit« bezieht sich auf Normalbedingungen. Die Raumgeschwindigkeit in der Umsetzungszone, d. h. das Volumen der Gase im Normalzustand, das in einer Stunde je Raumeinheit der Umsetzungszone hindurchströmt, liegt bei den angegebenen Bedingungen zwischen 10 000 und 50 000 und vorzugsweise zwischen 20 000 und 30 000. Wenn man unter diesen Bedingungen arbeitet, kann eine selbständige, sich selbst erhaltende Verbrennung von Ammoniak, Sauerstoff und einem Kohlenwasserstoff ununterbrochen aufrechterhalten werden, wodurch eine hohe Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure, Wasserstoff und Kohlenmonoxyd erzielt wird, von

denen die beiden letzteren als Nebenprodukte für andere chemische Synthesen wertvoll sind.

Es ist bekannt, daß bei der Verbrennung von Ammoniak, Methan und Sauerstoff in Abwesenheit eines Katalysators normalerweise Wasser, Kohlenmonoxyd, Wasserstoff, Kohlendioxyd und Cyanwasserstoffsäure erhalten werden. Vorzugsweise sollten dabei die Ausbeuten an Wasserstoff und Kohlenmonoxyd wie auch die von Cyanwasserstoffsäure im Vergleich zu der Ausbeute an anderen Nebenprodukten möglichst groß sein. Es ist bekannt, daß die Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure erhöht wird, wenn das Molverhältnis von Kohlenwasserstoff zu Ammoniak bei gleichbleibender Sauerstoffmenge erhöht wird, wobei jedoch die Fähigkeit zur Aufrechterhaltung einer selbsterhaltenden Verbrennung bei einer solchen Erhöhung des Molverhältnisses verringert wird, so daß die Umsetzungsgase vorerhitzt werden müssen oder eine Hilfsflamme verwendet werden muß. Wenn die Umsetzung nicht in Form einer sich selbst erhaltenden Verbrennung durchgeführt wird, erhöht sich die Konzentration an nicht umgesetztem Kohlenwasserstoff im Produkt, während die Konzentration an Wasserstoff und Kohlenmonoxyd in dem gasförmigen Produkt absinkt.

Es wurde nun gefunden, daß, wenn man die Konzentration an Ammoniak und Kohlenwasserstoff im Ausgangsgut konstant hält, die Sauerstoffkonzentration jedoch verringert und die Verbrennung durch Vorerhitzen der Umsetzungsgase aufrechterhält, die Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure unveränderlich bleibt, die Ausbeute an Kohlenmonoxyd und Wasserstoff jedoch merklich abfällt. Wenn jedoch der Sauerstoff in einer höheren Konzentration eingesetzt wird, wird nicht nur die selbsttätige Aufrechterhaltung einer sich selbst erhaltenden Verbrennung der Umsetzungsgase erleichtert und die Notwendigkeit des Vorerhitzens oder einer Hilfsflamme vermieden, sondern es wird auch eine wesentliche Erhöhung der Ausbeute an Kohlenmonoxyd und Wasserstoff erreicht. Bei Versuchen wurde gefunden, daß das Molverhältnis von Kohlenwasserstoff zu Ammoniak zwischen 1,5:1 und 2,5:1 und vorzugsweise bei etwa 2,0:1 und das Verhältnis von Sauerstoff zu Kohlenwasserstoff zwischen 0,5:1 und 1:1 und vorzugsweise bei etwa 0,8:1 liegen soll. Diese Molverhältnisse beziehen sich auf die Anzahl der Mole Kohlenstoff in dem Kohlenwasserstoff. Betont sei, daß der Sauerstoff vorzugsweise in praktisch reinem Zustand und in Abwesenheit großer Mengen von Fremdgasen, wie Stickstoff, verwendet wird, so daß die Endprodukte in verhältnismäßig unverdünntem Zustand erhalten werden, so daß sie leicht abgetrennt und gewonnen werden können.

Beispielsweise wurden Methan, Sauerstoff und Ammoniak im Molverhältnis 2:1,6:1 ohne Vorerhitzen der Umsetzungsgase oder Verwendung einer Hilfsflamme verbrannt, wobei zwischen 54 und 60% des Ammoniaks in Cyanwasserstoffsäure umgewandelt und nur 5 bis 8% Ammoniak zersetzt wurden. Die Konzentration an Wasserstoff und Kohlenmonoxyd betrug nach der Entfernung der Cyanwasserstoffsäure von kondensiertem Wasser und nicht umgesetztem Ammoniak etwa 90%. Da die Zersetzung von Ammoniak gering war, betrug die Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure, auf die Gesamtmenge des verbrauchten und zersetzten Ammoniaks bezogen, zwischen 85 und 90%, wobei eine solche Ausbeute

durch Abtrennen des nicht umgesetzten Ammoniaks aus dem Umsetzungsprodukt und Zurückleiten des Ammoniaks erreicht werden kann.

Zur Ausführung der Umsetzung wurde eine zylindrische Verbrennungskammer verwendet, die mit vielen senkrecht angeordneten Einspritzdüsen versehen war. Obwohl die Gase der oben angegebenen Zusammensetzung eine niedrige Brenngeschwindigkeit in der Größenordnung von 5 bis 30 cm/Sek. haben, konnte in dieser Vorrichtung eine sich selbst erhaltende Verbrennung bei wesentlich höheren Düsenströmungsgeschwindigkeiten — und zwar bis 30 m/Sek. und darüber — aufrechterhalten werden. Wegen der Länge der Umsetzungszone geht nur wenig Cyanwasserstoffsäure durch Hydrolyse verloren, und ein großer Teil des bei der Umsetzung entstehenden Wassers wird unter Bildung von Wasserstoff zersetzt. Da jedoch die Cyanwasserstoffsäure bei den Umsetzungs Temperaturen, die z. B. zwischen 1200 und 1500° C liegen, und besonders an den heißen Oberflächen der Verbrennungskammer eine ausgeprägte Neigung zur Hydrolyse besitzt, müssen die umgesetzten Gase zwecks Verringerung der Hydrolyse aus der Verbrennungszone direkt in eine Kühlzone strömen.

In der Zeichnung zeigt Fig. 1 einen Querschnitt in Längsrichtung durch eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 2 einen Querschnitt längs der Linie 2-2 der Fig. 1.

Die Bezugszahl 10 bezeichnet die Vorrichtung selbst, zu der eine Gasmischkammer 11, ein Brenner- oder Düsenblock 12, ein Umsetzungs- oder Verbrennungs Ofen 13 und eine Nachkühlkammer 24 gehören. Der Ofen 13 besteht aus einer senkrechten zylindrischen Hülle 16, die aus Eisen od. dgl. besteht und eine in der Mitte offene obere Wand aufweist, die an einem Flansch der Hülle 16 mit Bolzen befestigt ist. Eine kreisförmige Verbrennungszone 18 ist in der Mitte der Hülle 16 angeordnet und von einer zylindrischen Wand 19 umgeben, die aus einem geeigneten, schwer schmelzbaren Material besteht, das Temperaturen von mindestens 1500° C widerstehen kann und gegenüber der Einwirkung der Umsetzungsgase, zu denen Ammoniak und Cyanwasserstoffsäure gehören, chemisch und physikalisch widerstandsfest ist. Dieses schwer schmelzbare Material hat vorzugsweise einen hohen Tonerdegehalt. Der Zwischenraum zwischen der Wand 19 und der Hülle 16 ist zwecks Verringerung von Wärmeverlusten auf ein Mindestmaß mit irgendeinem geeigneten Hochtemperatur-Isolierungsmaterial angefüllt. Zur Einleitung der Umsetzung in der Verbrennungszone 18 sind Vorrichtungen zum Erzeugen einer Zündflamme in dieser Zone vorgesehen, zu denen ein Rohr 21 gehört, das sich radial durch den Ofen und die Kammerwandungen erstreckt. Ein zweites, in gleicher Weise angeordnetes Rohr 21' dient als sichtbarer Zugang zur Umsetzungszone 18 für Beobachtungszwecke.

Auf dem Oberteil der Kammerwand 19 und das obere Ende der Verbrennungskammer 18 bildend ist ein Düsen- oder Brennerblock 12 angebracht, in dem mehrere sich in Längsrichtung erstreckende Bohr-
löcher angebracht sind, die die Düsen 23 begrenzen. Der Brennerblock 12 kann aus einem geeigneten, schwer schmelzbaren Material bestehen; er besteht jedoch vorzugsweise aus Metall und ist mit inneren Durchgängen versehen, durch die ein Kühlmittel ge-

leitet werden kann. Es ist gefunden worden, daß mit der zuletzt angegebenen Bauweise eine sehr beständige Flamme erzeugt werden kann, was wahrscheinlich auf die vermiedenen Temperaturänderungen und darauf zurückgeführt werden kann, daß die Düsen maßgenau hergestellt werden können.

Das untere Ende der Umsetzungszone 18 steht durch einen sich nach außen erweiternden Durchgang mit einer Kühlkammer 24 in Verbindung, die eine zylindrische Form aufweist und mit Rohren 26 ausgekleidet ist. Der Zwischenraum zwischen den Rohren 26 und der Außenhülle 16 ist ebenfalls mit einem wärmeisolierenden Material gefüllt. Irgendein zweckmäßiges Wärmeaustauschmedium wird durch die Rohre 26 zwecks Kühlung und Stabilisierung der Umsetzungsprodukte und Gewinnung von Wärme umgepumpt.

Die Gasmischkammer 11 ist abgesondert und koaxial mit der Umsetzungszone 18 auf dem Brennerblock 12 befestigt und besteht aus einem röhrenförmigen Teil 27 mit einer nach unten und nach außen überstehenden Bodenwand 28, die in einem ringförmigen Flansch endet, der auf der oberen Wand 17 aufgeschraubt ist. Das obere Ende des Rohres 27 ist durch eine abnehmbare Sicherheitsplatte 29 verschlossen, und unterhalb der Sicherheitsplatte 29 sind mehrere auseinanderliegende Öffnungen 30 am Kreisumfang angeordnet. Eine ringförmige Kammer 32 umgibt die Öffnungen 30 und ist fest an das Rohr 27 angeschlossen. Der ringförmigen Kammer 32 werden durch eine Leitung 33 gasförmige Kohlenwasserstoffe und Ammoniak zugeführt. Eine nach unten gerichtete Gaseinleitungsdüse 34 ist direkt unterhalb der Öffnungen 30 angeordnet und dient zusammen mit Leitung 36 der Sauerstoffzufuhr. Mehrere röhrenförmige Leitungen und Durchgänge 37 sind zur Aufnahme von Thermoelementen, Manometern und anderen Instrumenten angebracht.

Die Mischkammer 11 kann aus Eisen oder irgendeinem anderen geeigneten Material bestehen und besitzt solche Abmessungen, daß ein gründliches Vermischen der Umsetzungsgase ermöglicht und die Gefahr eines zufälligen Zurückschlagens verhindert wird. Die Länge der Verbrennungszone 18 liegt zwischen 0,3 und 0,4 m und der Innendurchmesser der Düsen 23 zwischen 1 und 2 cm. Beim Betrieb der Vorrichtung werden Ammoniak und ein Kohlenwasserstoffgas in einem turbulenten Strom mit dem Sauerstoff gründlich vermischt. Die vermischten Gase strömen dann mit hoher Geschwindigkeit durch die Brennerdüsen 23 und treffen in turbulentem Strom auf die verbrennenden Gase in der Kammer 18. Dabei wird eine selbsterhaltende Verbrennung in kurzer Entfernung unterhalb des Brennerblocks 12 zwecks Umsetzung nach dem vorgeschlagenen Verfahren aufrechterhalten, worauf die umgesetzten Gase durch die Kühlkammer 24 abgeführt werden.

In den folgenden Beispielen, in denen die linearen Gasgeschwindigkeiten auf das Gas im Normalzustand bezogen sind, wird das erfindungsgemäß vorgeschlagene Verfahren noch weiter erläutert.

Beispiel 1

Ein Gemisch aus Naturgas mit einem Methangehalt von 97%, Sauerstoff mit einer Reinheit von 99,7% und Ammoniak in einem Molverhältnis von Methan zu Sauerstoff zu Ammoniak von 2:1; 63:1 wurde in einer Menge von 16,2 cbm/Std. durch die

Düsen in die Verbrennungskammer eingeleitet. Der Innendurchmesser jeder Düse betrug 10 mm und die lineare Geschwindigkeit der durchtretenden Gase in der Düse etwa 58 m/Sek. Die Verbrennungskammer war zylindrisch, hatte einen Innendurchmesser von 55 mm und eine Länge von 300 mm, wobei die lineare Geschwindigkeit der Gase in dieser Kammer etwa 1,9 m/Sek. betrug. Die Verbrennung der Gase wurde mit Hilfe einer Zündflamme eingeleitet, die dann gelöscht wurde, worauf eine selbsterhaltende Verbrennung ohne irgendwelche Hilfsflammen oder äußeres Erhitzen von selbst aufrechterhalten wurde. Die Temperatur in der Verbrennungszone lag zwischen 1000 und 1385° C, wobei die Temperatur in einer Entfernung zwischen 5 und 8 cm unterhalb des Brennerblocks den obersten Wert von etwa 1385° C erreichte.

Von der Gesamtmenge des zugeführten Ammoniaks waren 56% in Cyanwasserstoffsäure umgewandelt und 7,7% zersetzt worden, so daß die Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure, auf die verbrauchte und zersetzte Ammoniakmenge bezogen, 87,9% betrug. Das Umsetzungsgas enthielt je Stunde 6,20 cbm Wasser, 1,96 cbm Cyanwasserstoffsäure und 1,23 cbm nicht umgesetztes Ammoniak, wobei nach dem Abtrennen 13,95 cbm Restgas verblieben, das 62,7% Wasserstoff und 27,0% Kohlenmonoxyd enthielt.

Beispiel 2

Die im Beispiel 1 beschriebene Vorrichtung wurde mit einem Gemisch aus Propan einer Reinheit von 99,3%, Sauerstoff einer Reinheit von 99,7% und Ammoniak in einem Molverhältnis von 0,667:1,41:1 in einer Menge von 19,8 cbm/Std. beschickt. Die lineare Geschwindigkeit in der Verbrennungskammer betrug 2,3 m/Sek. und die Raumgeschwindigkeit 28 000. Das Molverhältnis von Propan zu Sauerstoff zu Ammoniak, auf die Anzahl der Kohlenstoffatome in dem Kohlenwasserstoff bezogen, beträgt 2:1,41:1. Wie im Beispiel 1 wurde die Verbrennung durch eine Zündflamme eingeleitet und war anschließend selbsterhaltend.

Von der Gesamtmenge des zugeführten Ammoniaks waren 54,7% in Cyanwasserstoffsäure umgewandelt und 4,6% zersetzt worden, so daß die Ausbeute an Cyanwasserstoffsäure, auf die verbrauchte und zersetzte Ammoniakmenge bezogen, 92,1% betrug. Die Herstellungsgeschwindigkeiten betrugen 3,56 cbm Cyanwasserstoffsäure je Stunde, 2,64 cbm nicht umgesetztes Ammoniak je Stunde, 7,47 cbm Wasser je Stunde und 21,95 cbm Restgas je Stunde, das nach Entfernen von Cyanwasserstoff, nicht umgesetztem Ammoniak und Wasser zurückblieb und 55,2% Wasserstoff und 33,6% Kohlenmonoxyd enthielt.

Selbstverständlich können auch andere Kohlenwasserstoffe an Stelle von Methan und Propan oder zusammen mit diesen verwendet werden. Diese Kohlenwasserstoffe sollten wie Äthan, Butan, Pentan oder Hexan verhältnismäßig tiefe Siedepunkte haben und bei einer Temperatur von 25° C vorzugsweise gasförmig sein. Gesättigte und ungesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen je Molekül werden vorzugsweise verwendet.

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Herstellung von Cyanwasserstoffsäure durch Verbrennung von Ammoniak, Sauerstoff und Kohlenwasserstoff, dadurch gekennzeichnet, daß man das Gasgemisch, in dem ein Molverhältnis, bezogen auf die Anzahl der C-Atome im Kohlenwasserstoff, von Kohlenwasserstoff zu Ammoniak zwischen 1,5:1 und 2,5:1 und von Sauerstoff zu Kohlenwasserstoff zwischen 0,5:1 und 1:1 herrscht, mit einer hohen linearen Geschwindigkeit von 40 bis 80 m/Sek. in eine Verbrennungszone einführt, die lineare Geschwindigkeit in der Verbrennungszone auf 1 bis 3 m/Sek. verringert, so daß eine beständige Flamme in Form turbulenter Ströme stabilisiert und eine durchschnittliche Verweilzeit der Gase in der Verbrennungszone von 0,1 bis 1,0 Sekunde aufrechterhalten wird, und die umgesetzten Gase unmittelbar nach dem Austritt aus der Verbrennungszone abkühlt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzungsgase durch eine mit Wasser gekühlte Metaldüse in die Verbrennungszone eingeleitet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzungsgase durch mehrere Düsen mit einem Innendurchmesser zwischen 1 und 2 cm in die Verbrennungszone eingeleitet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Umsetzung in einer Verbrennungszone mit einer Länge zwischen 0,3 und 0,4 m durchgeführt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Kohlenwasserstoff ein gesättigter oder ungesättigter aliphatischer Kohlenwasserstoff mit 1 bis 6 Kohlenstoffatomen im Molekül verwendet wird.

In Betracht gezogene Druckschriften:
Deutsche Patentschriften Nr. 882 985, 867 686;
britische Patentschrift Nr. 442 737;
USA.-Patentschriften Nr. 2 718 457, 2 596 421.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen